

数学的思考の基礎としての日本語能力

第1部

鈴木 時 男

1. はじめに

1.1 本稿の背景

多くの場合、自分の考えは、言葉を用いて他者に伝えられる。しかしながら、「正確に」伝わるか否かは自明でなく、「自分が正確だ」と思っていることが他者に誤解を与えることがある。数学的思考においてもそうである。

2019年3月、ふとしたきっかけで筆者は「カップヌードルミュージアム横浜」のウェブページに含まれる「マイカップヌードルファクトリー」を読み、以下の記述が目にとまった。現在でもこの部分はアップデートされていない(カップヌードルミュージアム横浜、2022)。全く同じ内容が「カップヌードルミュージアム大阪池田」のウェブページに掲載されている。

世界でひとつだけのオリジナル「カップヌードル」を作ることができる工房。自分でデザインしたカップに、4種類の中から好みのスープと、12種類の具材の中から4つのトッピングを選べます。味の組み合わせは、合計5,460通り。「逆転の発想」の大切さを楽しみながら体感してください。

この記述の中の「12種類の具材の中から4つ」という表現を見て、筆者は、「4つとは4種類の言い換え」、つまり12種類の具材の中から「4種類を選ぶ」と考えた。そして、高校の数学Aで学ぶ「組み合わせ」を使って、 ${}_{12}C_4 = 495$ と計算して、「味の組み合わせの合計」を求めたが、5,460にはならなかった。「マイカップヌードルファクトリー」には、「よくあるご質問」が付属しており、以下の記述を見つけた。この部分もアップデートされていない。

4つの具材が選べますが、全部同じ具材でもいいですか？

はい。例えば辛いものが好きな方は「キムチ」を4回選んでいただいても結構です。

なお、スープは4種類から1つ、具材は12種類から4つ選んでいただきますので、味の組み合わせは全部で5,460通りになります。

この「質疑応答」も筆者にはわかりにくいのが、結局「4つ」というのは、「4つのトッピングの中に同じ種類が含まれてもよい」という意味だな、と気づいた。そして、4種類のトッピング ABCD は1通り、3種類のトッピング ABC は ABCC、ABBC、AABC の3通り、2種類のトッピング AB は AABB、AAAB、ABBB の3通り、1種類のトッピング A は AAAA の1通りの場合があることを考えて、「4つ」のトッピングは1,365通りあることが判明し、スूपの4種類と掛け合わせて、「合計5,460通り」に到達した。

この「質疑応答」で、いきなり「全部同じ」などと「質問」せずに、たとえば「同じ具材を選んでもいいですか?」と書けばわかりやすいのに、というのが当時の筆者の感想であった。

そこで、「12種類の具材の中から4つ」を他の人々はどうに理解するのか、に興味を湧き、筆者の担当する前期の「現代経済への視点A」での課題として履修生の反応を調べることにした。2019年以降、ワークシート1の一部として、毎年この課題を出題している(付録A-1参照)。

1.2 リーディングスキルテスト

一方、新井(2018)は、2011年に新井他が実施した「大学生数学基本調査」の内容と結果(pp. 174-183)を示した後に、「多くの大学生が数学基本調査の問題文が理解できていないのではないか」(p. 184)という疑問を呈している。そこで、新井他は2012年くらいから「中高生の基礎的読解力」を調査するための「リーディングスキルテスト」(RST)の開発を開始した。AIに日本語読解力を獲得させる手法の研究に基づいて、RSTでは、以下の6分野の能力をそれぞれ測定するための問題が、コンピュータでの集計を容易とするために、パソコンやタブレットの画面上の短文の形で出題される(pp. 185-187)。なお、新井(2019)は、RSTの「一貫性」と「信頼性」も示している。この6分野の能力を測る問題の解答傾向を検討した結果、各分野の「平均的な因子負荷量で示した一貫性」は、「同義文判定」が0.436、「推論」が0.374であった他は、すべて0.5前後であり、推奨される0.3ないし0.4を大きく上回る値であった。さらに、各分野の問題の「クロンバッハの α で示した信頼性」は、すべて0.8前後であり、推奨される0.8以上の値に近かった(pp. 133-134)。

1. 係り受け解析：主語と述語、修飾語と被修飾語といった文章の基本構造を理解する能力
2. 照応解決：指示代名詞が指すものを理解する能力
3. 同義文判定：2つの異なる文章の意味が同じであるか否か判定する能力
4. 推論：自分の生活体験や常識、さまざまな知識を総動員して文章の意味を理解する能力
5. イメージ同定：文章と図形やグラフを比べて、内容が一致しているか認識する能力
6. 具体例同定：定義を読んでそれと合致する具体例を認識する能力

「具体例同定」では、「国語辞書的な定義」と「数学的な定義」が分けて出題されている。なお、RSTの開発過程での改良を考慮して、新井(2019)では、「照応解決」に「省略された主語や目的語を把握する力」が加えられ、「推論」では「小学6年生までに学校で習う基本的知識と日常生活から得られる常識」と特定されている(p. 82)。いずれにしても、「推論」における「知識」は、今井他(2022)が「認知心理学におけるスキーマ」として紹介する、「これまでの生活経験や学習経験の中で素朴に

培ってきた、枠組みとなる知識」(p.9)と少なくとも部分的に重なる、と筆者は判断する。

新井(2018)には、RSTの例題とその解答、そして誤答と正答の割合など解答内容の分析が示されている(pp.190-212)。たとえば、「係り受け解析」の例題は以下の通りであった(p.200)。

次の文を読みなさい。

Alexは男性にも女性にも使われる名前、女性の名Alexandraの愛称であるが、男性の名Alexanderの愛称でもある。

この文脈において、以下の文中の空欄にあてはまる最も適当なものを選択肢のうちから1つ選びなさい。

Alexandraの愛称は()である。

- ① Alex ② Alexander ③ 男性 ④ 女性

正解は① Alexであるが、調査した全国の中学生235名中38%のみ正解、全国の高校生432名中65%が正解であった。④ 女性を中学生は39%、高校生は26%選んでいた。新井は、「愛称という語彙を知らないのではないか」と想像している(pp.201-202)。この想像には、たとえば平田(2019)が反論している。この問題の出典が中学3年の英語の教科書(Sunshine English Course 3)であり、「中一、中二の正答率が低いことは仕方がない」に続けて、平田は、この問題の出典はこの教科書の本文の註であり、英語での「愛称」を説明することを補完する目的があったにも関わらず、本文との関係を見捨てて問題を作成したために、解答者が混乱した可能性があることを指摘している。

1.3 味の組み合わせとリーディングスキルテストに準ずる課題

このような批判を本稿執筆中に知ったのであるが、2019年3月の時点では、新井(2018)で示された6分野からの問題群は国語力を測るのに有効であると筆者は判断し、「現代経済への視点A」のワークシート2、3、4の一部として履修生に解いてもらうことにした。ただし、すでに同書で示された例題には解答も付属していたため、履修生に考える機会を与えるという意味からも、筆者の手元にあった中学校の社会科や理科の教科書を参照して、記述問題として出題した(付録A-2、A-3、A-4参照)。2019年度では対面授業が実施されており、授業の一環として、受講生に「マイカップヌードル」の「味の組み合わせ」や6分野の日本語の問題を解いてもらった。筆者は解説と「答え合わせ」を行った。2022年度では対面授業が復活し、2019年度に準ずる形で授業を進めた。

2020年度と2021年度に同科目は完全にオンライン授業となり、筆者はワークシートを本学のLearning Management System (LMS)に「コンテンツ」としてアップロードし、履修生はこの教材と筆者による解説を読んで関連する課題を解く授業形態となった。「味の組み合わせ」と日本語の問題にも若干のヒントを与えたが、履修生が自力ないしネット上で参考資料を見つけて解く必要が

あった。これらの課題の内容は2019年度と同じであった。経済学の課題は「コロナ」に関するものに変更した。本稿では、2020年度と2021年度に受講生がオンラインで提出した「味の組み合わせ」と日本語の課題の解答を再評価した上で、数学的思考力と国語の能力の関係を分析した。

2. 分析の準備

2.1 味の組み合わせに関する評価

ワークシート1に含まれる「マイカップヌードル」の「味の組み合わせ」に関する課題の解答に対して、以下のような評点を与えた。

- 5点：「はじめに」で筆者が行ったように、「重複を許す4つのトッピング」の場合分けを明確に示して、計算結果も正しい場合。
- 4点：「場合分け」に部分的ミスがあるものの考えは正しい場合、ないし「重複を許す組み合わせ」の公式をいきなり使って計算している場合。筆者の手元にある数学Aの教科書(坪井他、2016)には、「重複を許さない組み合わせ」(pp. 30-31)と「重複を許す組み合わせ」(pp. 37-38)の説明と「公式」が記載されている。
- 3点：「場合分け」が不十分で結論に到達していない場合、ないし「重複を許す組み合わせ」の公式の理解が不十分な場合。
- 2点：筆者が初めに考えたように、「4つを4種類」と考えて、 ${}_{12}C_4$ のみを使って計算している場合。
- 1点：「カップヌードルミュージアムがそう言っている」、「日本語の問題がある」など、全く課題の意味を理解していない場合。

2.2 係り受けと照応解決の課題の評価

ワークシート2では、「係り受け」と「照応解決」の分野から2題ずつ、筆者が作成した問題を出題した。本稿の「係り受け」には公民の問題を選んだ。「照応解決」には生物の問題を選んだ。

係り受け：

誰とどのような内容の契約を、どのような方法で結ぶのか基本的に自由であるという「契約自由の原則」は、私たちの消費生活でも成り立っています。

この文章を、「契約自由の原則」から開始される文章に書き換えてください。

「契約自由の原則とは、」で開始しても、「契約自由の原則は私たちの消費生活でも成り立っており、」というように、異なる表現でも意味が通る文章であるかという観点で、5点から1点の評点を与えた。

照応解決：

受精卵が細胞分裂を繰り返す発生のはじめは、その1つ1つのどの細胞もどんな種類の細胞にもなれる。しかし、発生が進んで体のいろいろな細胞に分かれていくと、それぞれ決まった役割の細胞になる。そのような細胞では、受精卵のようにどんな種類の細胞にもなれるという能力は失われている。

この文章の、「そのような」の指す内容を書いてください。

「それぞれ決まった役割を持つような」ないしそれに近い表現を5点として、「決まった役割の細胞」というように細胞が重複する解答は4点とした。

2.3 同義文作成と推論の課題の評価

ワークシート3では、「同義文作成」と「推論」の分野から2題ずつ、筆者が作成した問題を出題した。新井(2018)では「同義文判定」として、与えられた2文の内容が同じか判定する形だが、このワークシートでは「同じ内容の文章に書き換える」形とした。本稿の「同義文作成」には歴史の問題を選んだ。「推論」には物理の問題を選んだ。

同義文作成：

郡司にはその地方の豪族が任命され、国司の監督のもとで民衆を支配しました。

この文章を、「民衆は」から開始される同じ内容の文章に書き換えてください。

「支配された」という受け身になっているか、そして郡司と豪族、郡司と国司の関係は同じ内容かという観点で、5点から1点の評点を与えた。

推論：

「仕事」の量(単位はジュールJ)は、力の大きさ(単位はニュートンN)と力の向きに動いた距離(m)の積で求められる。

「仕事」をしたことにならない日常の作業の具体例をひとつ示してください。

「積」がゼロになる場合、そして「力の大きさと向き」を理解しているかに応じて、5点から1点の評点を与えた。

2.4 イメージ同定と具体例同定の評価

ワークシート4では、「イメージ同定」と「具体例同定」の分野から2題ずつ、筆者が作成した問題を出題した。本稿では、円グラフに関する「イメージ同定」の問題と、「国語辞書的な定義」に関する「具体例同定」の問題を選んだ。

イメージ同定：

2014年の輸入額で見ると、日本が輸入した鉄鉱石の56.5%はオーストラリア産であり、それ以外の鉄鉱石の68%はブラジル産、12.6%は南アフリカ産であった。

この文章の内容に一致する円グラフを描いてください。

この問題では「パーセント表示」と「それ以外」を理解しているかに応じて、5点から1点の評点を与えた。

具体例同定：

環境基本法において「環境への負荷」とは、人の活動により環境に加えられる影響であって、環境の保全上の支障の原因となるおそれのあるものをいう。

「環境への負荷」となりうる活動の例をひとつ示してください。

「環境への負荷」の内容を理解した上で、具体的な活動を詳細と共に示していれば5点、詳細は示されていないが「環境への負荷」を理解している場合には4点、というように評点を与えた。

3. 分析対象者

教務データによれば、2020年度には同科目に521名が登録し、2021年度には209名が登録した。この中で、上記課題すべてに答えた者だけを選んだ。2020年度には126名(24%)、2021年度には106名(51%)が分析対象となった。学年と所属学部は以下の通りである。

表3-1：分析対象者の属性（人数、カッコ内は％）

	2020年度	2021年度	p 値
学年			
1年	82(65)	1年 80(75)	<.001
2年	44(35)	2年 14(13)	
3年以上	0(0)	3年以上 12(11)	
所属学部			
人文系	95(75)	人文系 84(79)	.487
理工系	31(25)	理工系 22(21)	

人文系とは、人文学部、経済学部、教育学部、経営学部、デザイン学部、そして心理学部に所属する学生を意味する。理工系とは、理工学部、情報学部、そして建築学部にも所属する学生を意味する。2020年度と2021年度の学生構成に関してカイ2乗検定を行った。学年別構成に関して、2020年度の3年生以上が0であることが処理上問題となったが、1年生以外では直観的にも構成比は異なると思われる。所属学部に関して差異はない。本分析では2020年度と2021年度の結果の比較が主目的ではないので、このまま議論を進める。

4. 統計分析の手法と結果

次に、国語力に関する問題6問の評点を独立変数、数学の問題1問の評点を従属変数とする回帰分析を、年度ごとに IBM SPSS Statistics Ver.25 を用いて行った。まず、「マイカップヌードルの味の組み合わせ」の課題に対する履修生の答えに与えた評点を、そのまま1から5の間の数値として入力し、「数学20」という変数名とした。独立変数の「係り受け」の課題の答えも同様に入力し、「係り20」という変数名とした。以下、同様に独立変数を名付けた。2021年度のデータにも同様な作業を行った。

次に、各変数の値を数値データと見なして、記述統計量、各独立変数と従属変数との間のピアソンの相関係数、そして、独立変数間の多重共線性を VIF (Variance Inflation Factor) で年度ごとに計算した。

一方、各変数は1から5までの離散数であり、変数が連続に変化することを想定する通常の重回帰分析は適用できない。石村他 (2013、第4章) を参照しつつ、「順序回帰分析」を行った。

4.1 2020 年度の結果

表4-1-20a

評点別の数と割合 (%)

	1	2	3	4	5
数学20	25 (19.8)	37 (29.4)	12 (9.5)	12 (9.5)	40 (31.7)
係り20	2 (1.6)	3 (2.4)	4 (3.2)	10 (7.9)	107 (84.9)
照応20	3 (2.4)	6 (4.8)	10 (7.9)	21 (16.7)	86 (68.3)
同義20	1 (0.8)	18 (14.3)	24 (19.0)	30 (23.8)	53 (42.1)
推論20	16 (12.7)	22 (17.5)	11 (8.7)	25 (19.8)	52 (41.3)
イメージ20	49 (38.9)	27 (21.4)	1 (0.8)	6 (4.8)	43 (34.1)
具体例20	5 (4.0)	13 (10.3)	18 (14.3)	43 (34.1)	47 (37.3)

有効数:126 欠損:0

表4-1-20b

記述統計量

	度数	最小値	最大値	平均値	標準偏差
数学20	126	1.00	5.00	3.0397	1.57175
係り20	126	1.00	5.00	4.7222	.77603
照応20	126	1.00	5.00	4.4365	.99194
同義20	126	1.00	5.00	3.9206	1.12145
推論20	126	1.00	5.00	3.5952	1.48151
イメージ20	126	1.00	5.00	2.7381	1.77168
具体例20	126	1.00	5.00	3.9048	1.13440
有効なケースの数 (リストごと)	126				

表 4-1-20c

変数	相関	VIF
係り20	.147 (p=.101)	1.068
照応20	.179 (p=.045)	1.068
同義20	.220 (p=.013)	1.117
推論20	.151 (p=.091)	1.121
イメージ20	.179 (p=.045)	1.212
具体例20	.051 (p=.567)	1.147

すべての独立変数と従属変数の間には正の相関がみられた。ただし、照応20、同義20、イメージ20のみ5%水準で有意(両側)である他、あまり強い相関は見られなかった。VIFはすべて1に近く、独立変数間に回帰分析に影響を及ぼす程の強い相関はなかった(日本 IBM, 2022)。

次に、「順序回帰分析」を行った。従属変数である「数学20」の1から5の並び方を見ると、1と2、そして4と5が多く、「2値に集約させる」ことも考えたが、「いきなり公式を使ったか、それとも場合分けを行ったか」という点で4と5の識別も重要なため、1から5までの「順序尺度」を用いた。独立変数も、1から5までの「順序尺度」を用いた。

石村他(2013)では、従属変数のデータの並び方に応じていくつかの「モデル式」(回帰式の形)が用意されている(pp. 80-81)。1から5までほぼ同じ数の解答が並ぶと想定する「ロジット」(logit)を選択した。他のモデル式は、3が最も多い解答の場合や、1、2、3に対応する解答数が次第に増えていく場合などを扱っており、不適切だったからである。「ロジット」では以下の形の回帰式を用いる。

$$\log \frac{\gamma_j}{(1-\gamma_j)} = \theta_j - [\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \cdots \beta_k x_k]$$

γ_j は従属変数がjの値をとる確率を示し、「オッズ比をlog変換した」ものである(金、2019)。 θ_j は推定された定数項である。kは独立変数の数を示している。「数学20」は1から5の値をとるが、自由度の点から、jは1から4に対応する回帰式を考えることになる。さらに、独立変数も1から5の値をとるが、自由度の点から、各独立変数の5の値に対応する回帰式の β の値はゼロとして推定する(石村他、pp. 92-93)。

順序回帰分析をこのモデル式を用いて行った結果、「モデルの適合情報」と「適合度」が次のように得られた。

表 4-1-20d

モデル	モデル適合情報			
	-2 対数尤度	カイ2乗	自由度	有意確率
切片のみ	364.304			
最終	314.256	50.048	24	.001

リンク関数: ロジット

「モデル適合情報」は、「上記回帰式の θ_j 、 β_1 から β_k がすべてゼロである」を帰無仮説とする検定結果であり（石村他、p.90）、5%水準で有意であることが分かった。

表 4-1-20e

適合度			
	カイ2乗	自由度	有意確率
Pearson	400.836	400	.479
逸脱	302.930	400	1.000

リンク関数: ロジット

「適合度」は、「上記回帰式を用いたモデルがデータに適合している」を帰無仮説とする検定結果であり（石村他、p.90）、5%水準で棄却されなかった。つまり、適合している。

通常的回帰分析で用いる「決定係数 R²」に対応する「疑似決定係数」は以下の通りであり、それほど「当てはまり」が良いわけではなかった。

表 4-1-20f

疑似 R ² 乗	
Cox と Snell	.328
Nagelkerke	.345
McFadden	.133

リンク関数: ロジット

独立変数のそれぞれ1から4の値に対応する「パラメータ」、すなわち通常重回帰分析における偏回帰係数に対応する推定値は、付録の表 4-1-20h に掲載した。

「しきい値」に示された B の値は、「数学 20」が1から4の値に対応する θ の推定値である。「位置」に示された B の値は、各独立変数の1から4の値に対応する β の推定値である。すべて Wald 検定（社会情報サービス、2022）を行った結果の p 値も示されている。

有意であったのは、以下の場合であった。

表 4-1-20g

変数と対応する値	推定されたパラメータ	p 値
係り 20 = 3	-2.760	.023
照応 20 = 2	-2.632	.011
同義 20 = 2	-1.287	.032

推論 20 とイメージ 20 は、すべての値について有意ではなく、具体例 20=3 の場合の p 値が .053 で推定値 - 1.105 であった。「係り受け」、「照応解決」、「同義文作成」がある程度「味の組み合わせ」にプラスの影響（ロジットのモデル式ではマイナス β が右辺にあるため）を与えていると考えられる。

4.2 2021 年度の結果

2020年度と同様に、記述統計他を計算した。

表 4-1-21a

評点別の数と割合 (%)

	1	2	3	4	5
数学21	35 (33.0)	17 (16.0)	7 (6.6)	20 (18.9)	27 (25.5)
係り21	1 (0.9)	5 (4.7)	16 (15.1)	14 (13.2)	70 (66.0)
照応21	4 (3.8)	9 (8.5)	15 (14.2)	73 (68.9)	5 (4.7)
同義21	3 (2.8)	8 (7.5)	19 (17.9)	24 (22.6)	52 (49.1)
推論21	12 (11.3)	11 (10.4)	15 (14.2)	14 (13.2)	54 (50.9)
イメージ21	51 (48.1)	23 (21.7)	3 (2.8)	2 (1.9)	27 (25.5)
具体例21	6 (5.7)	6 (5.7)	11 (10.4)	40 (37.7)	43 (40.6)

有効数:106 欠損:0

表 4-1-21b

記述統計量

	度数	最小値	最大値	平均値	標準偏差
数学21	106	1.00	5.00	2.8774	1.64289
係り21	106	1.00	5.00	4.3868	.97170
照応21	106	1.00	5.00	3.6226	.85582
同義21	106	1.00	5.00	4.0755	1.11011
推論21	106	1.00	5.00	3.8208	1.43956
イメージ21	106	1.00	5.00	2.3491	1.66786
具体例21	106	1.00	5.00	4.0189	1.12106
有効なケースの数 (リストごと)	106				

表 4-1-21c

変数	相関	VIF
係り21	.036 ($p=.714$)	1.080
照応21	.136 ($p=.164$)	1.076
同義21	.036 ($p=.711$)	1.076
推論21	.305 ($p=.001$)	1.052
イメージ21	.068 ($p=.489$)	1.148
具体例21	-.004 ($p=.968$)	1.153

数学21と有意な相関が見られたのは推論21のみであった。具体例21はわずかに負の相関となっており、問題のあるデータの可能性がある。VIFは1に近く、独立変数間に回帰分析に影響を及ぼす程の強い相関はなかった。

モデル適合情報、適合度、疑似決定係数は以下の通りであった。

表4-1-21d

モデル適合情報				
モデル	-2 対数尤度	カイ2 乗	自由度	有意確率
切片のみ	301.527			
最終	263.896	37.631	24	.038

リンク関数: ロジット

「パラメータがすべてゼロである」という帰無仮説は棄却された。

表4-1-21e

適合度			
	カイ2 乗	自由度	有意確率
Pearson	457.402	340	.000
逸脱	250.268	340	1.000

リンク関数: ロジット

しかしながら、「モデルが適合している」という帰無仮説が棄却され、このデータを用いた順序回帰分析には問題のあることが示された。ロジット以外のモデル式も試みたが、問題は解決されなかった。

表4-1-21f

疑似 R2 乗	
Cox と Snell	.299
Nagelkerke	.314
McFadden	.118

リンク関数: ロジット

2020年度に比べても「当てはまり」はやや低くなった。

パラメータ推定値のうち有意であったのは、推論21=2の-2.909であり、 p 値は.003であった。他には、照応21=3の-2.246であり、 p 値は.058であった。独立変数のそれぞれ1から4の値に対応する「パラメータ」、すなわち通常の重回帰分析における偏回帰係数に対応する推定値は、付録の表4-1-21gに掲載した。

5. 考察

2020年度と2021年度の「現代経済への視点 A」を履修した学生に対する、2020年度の結果を見る限り、「係り受け」、「照応解決」、「同義文作成」の問題を解く能力のある履修者は、ある程度「味の組み合わせ」の内容を理解して解くことができるのでは、と想像される。2021年度で有意であった「推論」も、同様な影響があるかもしれない。ただし、このような分析は同科目の受講生の内ですべての課題を解いた、2020年度には126名、2021年度には106名の解答内容に対して、筆者のみが評点を与えたわけであり、サンプル数の少なさ、そして“inter-rater reliability”が存在しないことから、「ある程度の方向性」が得られたのみである。

一方、今井他（2022）は、2018年頃に、小学生の日本語力を測る「ことばのたつじん」と数学的思考能力を測る「かんがえるたつじん」というテストを開発し、2019年に広島県の小学2年生200名を対象として実施した後、改訂を行い、2020年には、1,000名の小学2年生に対して国語と算数の「標準学力テスト」も同時に実施したことを報告している（p. vii）。「ことばのたつじん」は「語彙の深さと広さ」、「空間・時間のことば」、「動作のことば」の3分野から多肢選択と筆記の問題として出題しており（第3章）、「かんがえるたつじん」は「整数、分数、小数の概念」、「図形イメージの心的操作」、「推論の力」の3分野から多肢選択と筆記の問題として出題している（第4章）。同書の第5章では、2020年10月に同県の小学3、4、5年生（各学年約150名）に対して実施された「算数文章題テスト」の結果を従属変数とし、同時あるいはそれ以前に実施された「ことばのたつじん」と「かんがえるたつじん」の結果を独立変数とする重回帰分析の結果が示されている（pp. 158-160）。さらに、2021年2月から3月にかけて実施された「国語と算数の標準テスト」の結果を従属変数とする重回帰分析の結果も示されている（pp. 161-163）。両分析の結果から、「ことばのたつじん」の「空間・時間のことばの運用」が「頑健に」国語と算数の学力を説明し、「かんがえるたつじん」の「推論」が「頑健に」国語と算数の学力を説明する、と報告している（pp. 163-164）。

この報告はかなり説得力があるが、ひとつ「文句」を言うとするれば、今井他が「子どものスキーマを修正する」必要性を示しておきながら（pp. 9-10）、「教師の側のスキーマ」に言及していない点である。平田（2012）が「列車の中で、他人と乗り合わせた時に、自分から話しかけるかどうかは、国によって違う」ということから、「コンテキスト」という表現を使ったスキーマに関する議論を行い（pp. 150-158）、「自分のコンテキストの外にある言葉」が生じた時に「コンテキストのずれ」が生じたと定義している（pp. 163）。そして、演劇的手法を用いて、「コンテキストのずれ」を人工的に作り出し、自分は相手とは「ちがう、わかりあえない」ことを自覚しつつ、「共感」を用いて、ギャップをお互いに少なくする、すなわち「コンテキストのずれ」を少なくする活動を提唱している（pp. 196-200）。

いろいろな背景の人々が、異なるスキーマを持ちつつも、それらを「すり合わせる」必要がある、という平田の議論に筆者は共感を覚えた。「はじめに」で筆者が考えたように、「マイカップヌードル」の「よくあるご質問」で、「同じ具材を選んでもいいですか？」と書けば、わかりやすかったはずである。本稿に続く第2部では、教師の側のスキーマを反映すると思われるもの、特に国語と算数の教科書の分析を行う。

参考文献

- 新井紀子 . (2018). 『AI vs. 教科書が読めない子どもたち』, 東洋経済新報社 .
新井紀子 . (2019). 『AI に負けない子どもを育てる』, 東洋経済新報社 .
石村貞夫他 . (2013). 『SPSSによるカテゴリカルデータ分析の手順：第3版』, 東京図書 .
今井むつみ他 . (2022). 『算数文章題が解けない子どもたち』, 岩波書店 .
カップヌードルミュージアム横浜 . (編). (2022). 「マイカップヌードルファクトリー」, CUPNOODLES MUSEUM.
<https://www.cupnoodles-museum.jp/ja/yokohama/attractions/mc-factory/> 2022年11月10日閲覧
金 明中 . (2019). 「統計分析を理解しよう・ロジスティック回帰分析の概要」, ニッセイ基礎研究所 .
<https://www.nli-research.co.jp/report/detail/id=62065?site=nli> 2022年11月17日閲覧

社会情報サービス.(編).(2022).「統計用語集：Wald 検定」, 統計学.

<https://bellcurve.jp/statistics/glossary/2139.html> 2022年11月20日閲覧

坪井 俊 他.(2016).『数学 A』, 数研出版.

日本 IBM.(編).(2022).「線形回帰分析における多重共線性の対処方法」, IBM Support.

<https://www.ibm.com/support/pages/線形回帰分析における多重共線性の対処方法> 2022年11月10日閲覧

平田オリザ.(2012).『わかりあえないことから』, 講談社.

平田オリザ.(2019).「検証・子どもたちは本当に『教科書が読めない』のか」, 平田オリザ「22世紀を見る君たちへ」.

<https://mi-mollet.com/articles/-/18599> 2022年10月29日閲覧

付録 A-1

友だちをつくることも重要ですが

「学修」もお忘れなく

1956年に当時の文部省は「省令」として「大学設置基準」を定めました。多くの改正が行われていますが、基本的内容は同じです。「大学設置基準」では、大学の組織などに加えて、「大学生はどのように学ぶべきか」が書かれており、「学修」という熟語が使われています。

「学修」とは、ある程度学生が自主的に履修科目を選ぶと共に、「自主的に予習復習」を行うことも意味しています。「現代経済への視点 A」は「講義科目」ですが、授業時間の2倍くらいの時間を予習復習に使うことが規定されています。

最近では「主体的・対話的で深い学び」(アクティブラーニング)が教育現場で実施されつつありますので、「友だちをつかって、一緒に学ぶ」ことが重要です。

ところで、皆さんは、2021年から2024年にかけて社会人になるわけですが、「就職活動」で「情報収集」、「算数・数学」、そして「日本語」に苦労する先輩が多いです。いろいろな活動を通じて、今から「就職活動」に備えましょう。

第一歩として、Googleなどで「カップヌードルミュージアム」(横浜か池田)にアクセスして、「マイカップヌードル」の作り方を学びましょう。

「スープ」は何種類の中からいくつ、「トッピング」は何種類の中からいくつ選べますか？「スープ」と「トッピング」の「すべての組み合わせの数」はいくつだと書いてありますか？

ひょっとして「すべての組み合わせの数」の計算に間違いがあるのでしょうか？ それとも「日本語の問題」があるのでしょうか？

付録 A-2

丸を付けた問題を再評価した。

日本語力を確実にしましょう：第1回

新井(2018)の第3章では、新聞や中学・高校の英語と国語を除く教科書の内容理解に関する調査結果が示されており、「危機的な状況」であると結論されています。私の授業でも、関連した活動を行います。まず、1.と2.で

「係り受け」(主語、動詞、修飾語の関係)、3.と4.で「照応解決」(指示代名詞が何を指すか)の問題を解いてみましょう。

1. 誰とどのような内容の契約を、どのような方法で結ぶのが基本的自由であるという「契約自由の原則」は、私たちの消費生活でも成り立っています。

この文章を、「契約自由の原則」から開始される文章に書き換えてください。

2. 「酸化チタン」には、光が当たると水以外にも有機物を分解する働きがあることがわかり、除菌や脱臭、空気の清浄などに利用されています。

この文章を、「除菌や脱臭、空気の清浄」から開始される文章に書き換えてください。

3. 日本では、1960年代に消費者問題が各地で大きな社会問題になり、本格的な消費者行政が始まりました。1968年には、日本の消費者政策の基本理念を定めた消費者保護基本法が制定され、これを受けて、消費者を保護するためのさまざまな仕組みが整えられました。

この文章の、「これ」の指す内容を書いてください。

4. 受精卵が細胞分裂をくり返す発生のはじめは、その1つ1つのどの細胞もどんな種類の細胞にもなれる。しかし、発生が進んで体のいろいろな細胞に分かれていくと、それぞれ決まった役割の細胞になる。そのような細胞では、受精卵のようにどんな種類の細胞にもなれるという能力は失われている。

この文章の、「そのような」の指す内容を書いてください。

付録 A-3

丸を付けた問題を再評価した。

日本語力を確実にしましょう：第2回

新井(2018)の第3章では、新聞や中学・高校の英語と国語を除く教科書の内容理解に関する調査結果が示されており、「危機的な状況」であると結論されています。私の授業でも、関連した活動を行います。「係り受け」(主語、動詞、修飾語の関係)と「照応解決」(指示代名詞が何を指すか)に続いて、1.と2で「同義文作成」(同じ内容の文を作成する)、3.と4.で「推論」(文の構造を理解した上で、常識などを用いて文の内容を理解する)の問題を解いてみましょう。

1. 郡司にはその地方の豪族が任命され、国司の監督のもとで民衆を支配しました。

この文章を、「民衆は」から開始される同じ内容の文章に書き換えてください。

2. 多くの生態系では、植物、草食動物、小形の肉食動物、大形の肉食動物の順に、その数量が少なくなる。

この文章を、「大形の肉食動物」から開始される同じ内容の文章に書き換えてください。

3. 地球が誕生したのは、今からはるか46億年も前になります。この46億年を1年間に縮めて、地球の誕生を1月1日の零時とし、現在を12月31日の24時とした場合、陸上生物が出現したのは「11月28日」

にあたります。

陸上生物が出現したのは今から約何年前でしょうか？ 計算結果も書きましょう！

4. 「仕事」の量（単位はジュール J）は、力の大きさ（単位はニュートン N）と力の向きに動いた距離（m）の積で求められる。

「仕事」をしたことにならない日常の作業の具体例をひとつ示してください。

付録 A-4

丸を付けた問題を再評価した。

日本語力を確実にしましょう：第3回

新井（2018）の第3章での「日本人の日本語力」の調査結果に基づいて、「係り受け」（主語、動詞、修飾語の関係）と「照応解決」（指示代名詞が何を指すか）、「同義文作成」（同じ内容の文を作成する）、「推論」（文の構造を理解した上で、常識などを用いて文の内容を理解する）の問題を解いてみました。今回は、1. と 2. で「イメージ同定」（文章と図形やグラフを見比べて、内容が一致するか判断する）、3. と 4. で「具体例同定」（定義を読んでそれに合致する具体例を認識する）問題を解いてみましょう。

1. 相似な直角三角形の斜辺同士が直角に交わっている。

この文章の内容に一致する図形をひとつ書いてください。

2. 2014年の輸入額で見ると、日本が輸入した鉄鉱石の56.5%はオーストラリア産であり、それ以外の鉄鉱石の68%はブラジル産、12.6%は南アフリカ産であった。

この文章の内容に一致する円グラフを描いてください。

3. 無理数とは、有理数つまり分母と分子が整数であるような分数としては表すことのできない実数のことである。

2の平方根が無理数であることを説明してください。

4. 環境基本法において「環境への負荷」とは、人の活動により環境に加えられる影響であって、環境の保全上の支障の原因となるおそれのあるものをいう。

「環境への負荷」となりうる活動の例をひとつ示してください。

付録 表 4-1-20h

パラメータ推定値

		パラメータ推定値					95% 信頼区間	
		B	標準誤差	Wald	自由度	有意確率	下限	上限
しきい値	[数学 20 = 1.00]	-3.553	.531	44.751	1	.000	-4.595	-2.512
	[数学 20 = 2.00]	-1.748	.448	15.252	1	.000	-2.626	-.871
	[数学 20 = 3.00]	-1.235	.433	8.126	1	.004	-2.084	-.386
	[数学 20 = 4.00]	-.696	.424	2.690	1	.101	-1.527	.136
	位置	[係り 20=1.00]	-22.004	.000	.	1	.	-22.004
	[係り 20=2.00]	.592	1.255	.222	1	.637	-1.869	3.052
	[係り 20=3.00]	-2.760	1.210	5.207	1	.023	-5.131	-.389
	[係り 20=4.00]	-1.012	.751	1.816	1	.178	-2.485	.460
	[係り 20=5.00]	0a	.	.	0	.	.	.
	[照応 20=1.00]	.815	1.552	.276	1	.599	-2.226	3.857
	[照応 20=2.00]	-2.632	1.037	6.439	1	.011	-4.665	-.599
	[照応 20=3.00]	1.323	.824	2.581	1	.108	-.291	2.937
	[照応 20=4.00]	-.930	.495	3.521	1	.061	-1.901	.041
	[照応 20=5.00]	0a	.	.	0	.	.	.
	[同義 20=1.00]	-2.828	2.148	1.734	1	.188	-7.038	1.381
	[同義 20=2.00]	-1.287	.600	4.596	1	.032	-2.463	-.110
	[同義 20=3.00]	-.631	.520	1.475	1	.225	-1.650	.388
	[同義 20=4.00]	-.164	.464	.125	1	.724	-1.073	.746
	[同義 20=5.00]	0a	.	.	0	.	.	.
	[推論 20=1.00]	-.242	.580	.174	1	.676	-1.378	.894
	[推論 20=2.00]	-.411	.536	.588	1	.443	-1.461	.639
	[推論 20=3.00]	.114	.704	.026	1	.871	-1.265	1.493
	[推論 20=4.00]	-.647	.499	1.680	1	.195	-1.626	.331
	[推論 20=5.00]	0a	.	.	0	.	.	.
	[イメージ 20=1.00]	-.605	.463	1.710	1	.191	-1.513	.302
	[イメージ 20=2.00]	-.904	.533	2.877	1	.090	-1.948	.141
	[イメージ 20=3.00]	-1.529	2.579	.351	1	.553	-6.584	3.527
	[イメージ 20=4.00]	.014	.908	.000	1	.988	-1.765	1.794
	[イメージ 20=5.00]	0a	.	.	0	.	.	.
	[具体例 20=1.00]	.760	1.120	.461	1	.497	-1.435	2.955
	[具体例 20=2.00]	.411	.665	.382	1	.537	-.892	1.714
	[具体例 20=3.00]	-1.105	.572	3.729	1	.053	-2.226	.017
	[具体例 20=4.00]	-.765	.456	2.809	1	.094	-1.659	.130
	[具体例 20=5.00]	0a	.	.	0	.	.	.

リンク関数: ロジット

a. このパラメータは冗長であるため 0 に設定されています。

付録 表 4-1-21g

パラメータ推定値

		B	標準誤差	Wald	自由度	有意確率	95% 信頼区間	
							下限	上限
しきい値	[数学 21 = 1.00]	-2.987	1.185	6.351	1	.012	-5.311	-.664
	[数学 21 = 2.00]	-2.087	1.166	3.204	1	.073	-4.372	.198
	[数学 21 = 3.00]	-1.749	1.161	2.269	1	.132	-4.024	.527
	[数学 21 = 4.00]	-.734	1.156	.403	1	.525	-2.999	1.531
位置	[係り21=1.00]	1.581	1.945	.661	1	.416	-2.231	5.393
	[係り21=2.00]	-.881	1.082	.664	1	.415	-3.002	1.239
	[係り21=3.00]	.696	.603	1.333	1	.248	-.485	1.877
	[係り21=4.00]	-.010	.660	.000	1	.988	-1.304	1.285
	[係り21=5.00]	0a	.	.	0	.	.	.
	[照応 21=1.00]	-3.339	1.834	3.315	1	.069	-6.934	.255
	[照応 21=2.00]	-1.681	1.183	2.019	1	.155	-3.999	.638
	[照応 21=3.00]	-2.246	1.183	3.604	1	.058	-4.565	.073
	[照応 21=4.00]	-1.606	1.032	2.425	1	.119	-3.628	.416
	[照応 21=5.00]	0a	.	.	0	.	.	.
	[同義 21=1.00]	-.644	1.188	.294	1	.588	-2.972	1.684
	[同義 21=2.00]	-.758	.892	.721	1	.396	-2.507	.991
	[同義 21=3.00]	.748	.584	1.642	1	.200	-.396	1.892
	[同義 21=4.00]	.314	.506	.385	1	.535	-.678	1.306
	[同義 21=5.00]	0a	.	.	0	.	.	.
	[推論 21=1.00]	-.826	.673	1.507	1	.220	-2.145	.493
	[推論 21=2.00]	-2.909	.994	8.561	1	.003	-4.858	-.960
	[推論 21=3.00]	-.755	.613	1.515	1	.218	-1.956	.447
	[推論 21=4.00]	.298	.593	.254	1	.615	-.863	1.460
	[推論 21=5.00]	0a	.	.	0	.	.	.
[イメージ21=1.00]	-.522	.552	.894	1	.344	-1.605	.560	
[イメージ21=2.00]	.626	.586	1.142	1	.285	-.522	1.775	
[イメージ21=3.00]	-.894	1.280	.488	1	.485	-3.403	1.614	
[イメージ21=4.00]	2.132	1.653	1.663	1	.197	-1.108	5.372	
[イメージ21=5.00]	0a	.	.	0	.	.	.	
[具体例 21=1.00]	.431	.942	.209	1	.647	-1.415	2.278	
[具体例 21=2.00]	-.227	.874	.068	1	.795	-1.941	1.486	
[具体例 21=3.00]	.956	.740	1.668	1	.197	-.495	2.406	
[具体例 21=4.00]	-.687	.499	1.890	1	.169	-1.666	.292	
[具体例 21=5.00]	0a	.	.	0	.	.	.	

リンク関数: ロジット

a. このパラメータは冗長であるため 0 に設定されています。